



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

USO DE HARINA DE *Moringa oleífera* COMO ADITIVO NATURAL EN
DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

SADHIT BONILLA BONILLA

DIRECTOR DE TESIS

DR. EUTQUIO SONI GUILLERMO

CO-DIRECTOR

DR. MARCOS PEREZ SATO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Mayo de 2020



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

USO DE HARINA DE *Moringa oleífera* COMO ADITIVO NATURAL EN
DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

SADHIT BONILLA BONILLA

DIRECTOR DE TESIS

DR. EUTQUIO SONI GUILLERMO

CO-DIRECTOR

DR. MARCOS PEREZ SATO

ASESOR

DR. EDGAR VALENCIA FRANCO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Mayo de 2020

La presente tesis titulada: Uso de harina de *Moringa oleífera* como aditivo natural en dietas para pollos de engorda y realizada por Sadhit Bonilla Bonilla ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO(A) EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Eutiquio Soni Guillermo



Co-Director: Dr. Marcos Pérez Sato



Asesor: Dr. Edgar Valencia Franco



Tlatlauquitepec, Puebla, México. Junio 2020

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico (Grupo de Investigación) denominado: **Producción pecuaria integral** y de la Línea de Investigación: **Rumiantes y no rumiantes**. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las personas que me dieron la vida, mis padres, Raquel Bonilla Pérez y Paulina Bonilla Bonilla que me brindaron su confianza y siempre me dieron su apoyo incondicionalmente en la parte moral y económica durante estos años y así culminar mis estudios. Gracias por todo su apoyo.

A mis hermanos Harim, Edwin y Erandi por sus consejos y apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

A toda mi demás familia, abuelos, tíos y primos, porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mis amigos. Con todos los que compartí dentro y fuera de las aulas. Amigos de la universidad con los que nos reuníamos para convivir y hacer tareas, gracias por todo su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por haberme formado como profesionista

A mi director de tesis, Dr. Eutiquio Soni Guillermo por sus consejos, ayuda y orientación que me brindo para la realización de mi tesis.

A mis asesores, Dr. Marcos Pérez Sato y Dr. Edgar Valencia Franco por su apoyo y consejos que me dieron para la elaboración de mi tesis.

A la Facultad de ingeniería agrohidráulica por las facilidades y apoyo para uso de equipo de laboratorio e instalaciones.

A todos mis profesores, por sus enseñanzas, que me han ayudado para desarrollarme profesionalmente y por haberme aportado sus conocimientos para terminar mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos particulares.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Situación mundial de la carne de pollo.....	5
4.2 Producción de carne de pollo en México	5
4.3 Moringa oleífera.....	6
4.3.1 Características.....	6
4.3.2 Propiedades de la moringa.....	8
4.3.3 La moringa como antioxidante.....	9
4.3.4 Uso de moringa en animales menores.....	9
4.3.5 Factores anti nutricionales.....	9
4.3.6 Producción de moringa en México.....	10
4.4 Aparato digestivo del pollo.....	10
4.4.1 Pico.....	10
4.4.2 Faringe.....	11
4.4.3 Esófago.....	11
4.4.4 Estómago.....	11
4.4.5 Intestino delgado	12
4.4.6 Intestino grueso.....	12
4.4.7 Cloaca.....	13
4.4.8 Bolsa de Fabricio.....	13

4.5 Nutrición de las aves.....	13
4.5.1 Fuentes de energía.....	14
4.5.2 Fuentes de proteína.....	15
4.5.3 Vitaminas.....	16
4.5.6 Minerales.....	18
4.6 Digestión y absorción de nutrientes.....	18
4.6.1 Carbohidratos.....	18
4.6.2 Lípidos.....	19
4.6.3 Proteína.....	19
4.6.4 Vitaminas y minerales.....	20
4.7 Rentabilidad de un proyecto.....	20
4.7.1 Costos iniciales.....	20
4.7.2 Costos de producción.....	21
4.7.3 Ganancias.....	21
4.7.4 Relación beneficio-costo (B/C)	21
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
5.1 Localización.....	22
5.2 Unidades experimentales.....	22
5.3 Alimentación.....	23
5.4 Parámetros productivos.....	24
5.4.1 Consumo de alimento.....	24
5.4.2 Ganancia de peso.....	24
5.4.3 Conversión alimenticia.....	24
5.4.4 Rendimiento de canal.....	25
5.5 Estudio financiero.....	25
5.5.1 Costos de alimentación.....	25
5.5.2 Costos de producción.....	25
5.5.3 Beneficios netos.....	25
5.5.4 Ganancias.....	25
5.5.5 Relación benéfico-costos.....	25
5.6 Análisis estadístico.....	26

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
6.1 Parámetros productivos.....	27
6.1.1 Consumo de alimento.....	27
6.1.2 Ganancia de peso.....	28
6.1.3 Conversión alimenticia.....	28
6.1.4 Rendimiento de canal.....	29
6.2 Estudio financiero.....	29
6.2.1 Costos totales.	30
6.2.2 Costos de alimentación.....	30
6.2.3 Beneficios netos.....	31
6.2.4 Ganancias.....	31
6.2.5 Relación beneficio-costo.....	31
VII. CONCLUSIÓN.....	32
VIII. LITERATURA CITADA.....	33
IX. ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Aporte nutricional de una porción de 100g de hoja de moringa fresca, vaina y harina de hojas.....	8
Cuadro 2. Composición de la dieta para pollos por cada etapa fisiológica de acuerdo a su edad en días.	24
Cuadro 3. Comparación de medias de parámetros productos en pollos de engorda.....	27
Cuadro 4. Costos generados para alimentación para T1, T2 Y T3.....	29
Cuadro 5. Costos totales del experimento en la producción de pollos de engorda.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Ubicación geográfica de Huitzilan de Serdán, Puebla.....	22

Resumen

Los sistemas de producción de pollos en los países en desarrollo enfrentan algunos problemas, como lo es el incremento de los costos de alimentación, el uso excesivo de antibióticos y productos químicos como promotores de crecimiento. La moringa es una buena alternativa para reducir costos de producción y la producción sea de forma más natural por su alta calidad nutricional, medicinal y su alta producción de biomasa. Se evaluaron los efectos de la inclusión de harina de Moringa oleífera sobre parámetros productivos, calidad de la carne y rentabilidad de su uso en la dieta. Se utilizaron 90 pollos de la línea Ross distribuidos en tres tratamientos con tres repeticiones y diez replicas por repetición: t1 testigo, t2 2.5% y t3 5% de moringa en la dieta. Se usó un diseño completamente al azar por el procedimiento GLM y comparación de medias de Tukey. El consumo de alimento fue similar en los tres tratamientos por lo que no presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$). Los pollos alimentados con moringa T2 2.5 y T3 5% obtuvieron mayor ganancia de peso con 2,984g y 2,905g respectivamente que T1 con 2,545g, pero no hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los 3 tratamientos. La mejor conversión alimenticia que se obtuvo fue de 2.01 de T2 con 2.5% de moringa y se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) comparado con T1 con 2.36 de CA. Los tres tratamientos alcanzaron un rendimiento de canal muy similar por lo que no se encontró diferencia significativa ($p \geq 0.05$). Se obtuvo una relación B/C mayor en T2 con 2.03 por lo que se concluye que el T2 tuvo la mejor conversión alimenticia y la mejor relación beneficio costos respecto a los demás tratamientos.

Palabras clave: Moringa oleífera, pollos, parámetros productivos, relación b/c

ABSTRAC

Chicken production sectors in developing countries face some problems, such as increased feed costs, the excessive use of antibiotics and chemicals as growth promoters. Moringa is a good alternative to reduce production costs and production is more natural due to it is high nutritional, medicinal quality and its high biomass production. The effects of the inclusion of Moringa oleifera flour on productive parameters, meat quality and profitability of it is inclusion in the diet were evaluated. Were used 90 chickens of the Ross line, distributed in three treatments with three repetitions and ten replicates per repetition: control T1, T2 2.5% and T3 5% moringa in the diet. Was used a completely randomized design by the GLM procedure and Tukey's mean comparison. Food consumption was similar in the three treatments, so there was no significant difference ($p \geq 0.05$). The chickens fed moringa T2 2.5% and T3 5% obtained greater weight gain with 2,984g and 2,905g respectively than T1 with 2,545g, but there was no significant difference ($p \geq 0.05$) between the 3 treatments. The best feed conversion that was obtained was 2.01 of T2 with 2.5% moringa and a significant difference ($p \leq 0.05$) was found compared to T1 with 2.36 of CA. The three treatments achieved a very similar meat yield, so no significant difference was found ($p \geq 0.05$). A higher B/C ratio was obtained in T2 with 2.03, so it is concluded that T2 had the best feed conversion and the best cost-benefit ratio compared to the other treatments.

Key words: Moringa oleífera, chickens, productive parameters, ratio b/c.

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de pollos en los países en desarrollo se enfrentan con diversas problemáticas, como, por ejemplo, el aumento de los costos de la alimentación, el uso excesivo de antibióticos y productos químicos como promotores de crecimiento y que los avicultores no otorgan una mayor importancia a los programas de prevención de enfermedades y a los gastos por los tratamientos. (Gómez et al., 2016)

La producción avícola tiene un gran impacto en el ámbito social y económico, ya que aproximadamente un 60 % de la proteína de origen animal que se consume en nuestro país y en el resto del mundo procede de la industria avícola (SAGARPA, 2016). La producción de pollos de engorde se está especializando cada vez más y las integraciones de producción avícola tienen que estar preparadas para brindar los distintos tipos de demanda del mercado. Hoy en día existen diferentes mercados, como lo es, producción de carne de pollo a base de productos orgánicos (carne orgánica de pollo) o con raciones de origen vegetal. (Aguilar et al., 2012)

Debido a estos problemas, se buscan fuentes alternativas en la alimentación para disminuir los costos y que la producción de estas aves sea de forma más natural. La moringa es una excelente alternativa para suplementar a los alimentos comerciales por su gran facilidad con la que se puede desarrollar. Así también por su excelente calidad nutricional y elevada producción de biomasa, principalmente en épocas de sequía, aportan su importancia como forraje para la alimentación animal (Nouman et al., 2014)

El árbol de *Moringa oleífera* ha adquirido una gran importancia como planta medicinal y complemento nutricional, por la cual podría representar una buena alternativa como estimulante inmunológico. En diversos países de Latinoamérica se utiliza desde hace ya muchos años para la alimentación de los animales

debido a que contiene altas cantidades de proteínas, vitaminas, minerales y propiedades medicinales (Ramírez-Acosta *et al.*, 2017).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (2016), informó que *Moringa oleífera* contiene una gran lista de propiedades nutritivas y curativas: analgésico, anti inflamatorio, antiasmático, anti anémico, purificador, activador del metabolismo, protector del hígado, productor de hormonas, anti hipertensivo, promueve el crecimiento del pelo, hidratante, moviliza los líquidos del cuerpo (homeostático), fortalece músculos y huesos y como antioxidante.

Los compuestos de la plata de moringa contienen una toxicidad muy baja, se reporta una concentración de 2.7% de taninos la cual no producen ningún efecto adverso. Así también se observó que el secado de las hojas reduce o elimina taninos condensados de 15 a 30% en relación con el follaje fresco (Vitti *et al.*, 2005).

II.OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de *Moringa oleífera* sobre parámetros productivos y rentabilidad en dietas para pollos de engorda

2.2. Objetivos específicos

- Medir consumo de alimento, ganancias de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la canal
- Realizar un análisis económico

III.HIPÓTESIS

La inclusión de *Moringa oleífera* en dietas para pollos tiene un efecto positivo en los parámetros productivos y resultará rentable para la producción.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Situación mundial de la carne de pollo

El sistema de producción avícola continúa desarrollándose e industrializándose en varias partes del mundo debido al desarrollo y crecimiento demográfico, los procesos de urbanización y el incremento del poder adquisitivo. Los Estados Unidos de Norteamérica es el país con la mayor producción de carne de pollo en todo el mundo, con un 20 por ciento, seguido de Brasil con 14 por ciento y China con un 12 por ciento de la producción mundial. (FAO,2020).

Entre los años 2008-2018 la producción de carne avícola a nivel mundial se elevó a un índice promedio anual de 2.6 por ciento, para colocarse en una producción histórica de 95.4 millones de toneladas. En Rusia e India se registró el mayor incremento de la producción, con una tasa promedio anual de 8.5 y 6.3 por ciento, respectivamente. En 2018, los principales productores de carne de pollo fueron Estados Unidos de América con 20.3%, seguido de Brasil con un 14.0%, la Unión Europea 12.8% y China 12.3%. Los cuatro principales países productores son donde también se da el mayor consumo de carne de pollo. El consumo promedio mundial por individuo de carne de pollo es de 14.2 kg al año, mayor al de la carne porcina (12.3 kg) y de la carne de res (6.54 kg). Brasil y Estados Unidos son los principales países consumidores, su consumo está por encima de los 40 kg anuales. Brasil con el 32.8% se coloca en el primer lugar de las exportaciones, seguido de Estados Unidos con el 28.9% y la Unión Europea 12.7%, mientras que Japón (11.5%) y México (8.8%) lideran las importaciones (FIRA, 2019).

4.2. Producción de carne de pollo en México

La carne de pollo en México se ha convertido como la carne preferida por las familias de nuestro país en los últimos años, al pasar de un consumo por individuo al año de 19.8 kg en el año

2000, a 28.3 kg al final de 2018, informó la Unión Nacional de Avicultores. La carne de pollo representa el 35% del consumo nacional, posteriormente la carne de res con el 20% y la de cerdo 15.1% (UNA, 2019). En México, la carne de pollo se ha transformado en uno de los principales alimentos, debido a su bajo costo comparado con otras carnes, es considerado como un alimento sano y seguro, de fácil preparación y hace un gran aporte nutricional al menú de las familias (Iruegas, 2016).

La producción de carne avícola en México en el año 2018 fue de 2,886,736 toneladas. Los principales estados productores fueron Veracruz (12.9%), Aguascalientes (11%), Querétaro (10.8%), Coahuila (9.1%) y Jalisco (7.3%) (UNA, 2018).

La producción avícola en la última década ha tenido un crecimiento constante y la expectativa es favorable para los siguientes años. El uso de tecnologías para mejorar el incremento en las inversiones, la cadena productiva, la inexistencia de brotes de gripe aviar, entre otros, permitirán incrementar la producción en nuestro país para los próximos años. En México, históricamente se ha percibido un déficit entre el consumo y la producción de esta carne. En el año 2019 el déficit fue aproximadamente de 860,000 toneladas. Aun cuando el consumo nacional va en aumento en los últimos años, este déficit se ha mantenido estable por el buen desempeño de la producción nacional (Cuevas, 2019).

4.3. *Moringa oleífera*

4.3.1. Características

La *Moringa oleífera* es un árbol originario de la región de los Himalayas y que actualmente abunda en todo el trópico (Sanjay y Dwivedi, 2015). Como especie comestible se introdujo a América en el siglo XIX (Falasca y Bernabé, 2008). La *Moringa oleífera* es un árbol de poca longevidad, pertenece a la familia *Moringaceae*; en Madagascar, África y la India existen trece

especies distribuidas (Mora y Gacharna, 2015). Olson y Fahey (2011) mencionan que Moringaceae se diferencia de las demás familias por una combinación única de rasgos. Las especies de esta familia se caracterizan por presentar hojas pinnadas de gran tamaño, donde cada hoja se divide en muchos folíolos dispuestos sobre una estructura llamada raquis. Los frutos forman una cápsula leñosa y alargada, que cuando llega a su madurez, ésta se abre lentamente en tres partes y se separan entre sí longitudinalmente, quedando adheridas en la base del fruto.

El árbol de moringa es de crecimiento rápido que alcanza hasta 15 metros de altitud, y tiene un promedio de vida de 20 años. Es caducifolio en climas subtropicales y perennifolio en climas tropicales, perdiendo la hoja por exceso de agua (Muhl *et al.*, 2011). *Moringa oleífera* es un árbol que nos ayuda a resolver problemas de seguridad alimentaria y previene diversas enfermedades relacionadas con las deficiencias de proteínas, vitaminas, minerales y carbohidratos. Las semillas pueden ser utilizadas como floculante natural en la purificación del agua, en la medicina natural y tradicional y como aceite vegetal. Las vainas se utilizan como alimento, fertilizante y contiene propiedades medicinales, así como las hojas, flores, goma, corteza y raíces. El follaje de Moringa contiene un gran número de nutrientes (Cuadro 1), posee una mayor cantidad de proteína que el huevo, y dos veces más que la leche, cuatro veces más la cantidad de vitamina C del que contiene la naranja, el doble de la cantidad de vitamina A de una zanahoria, cuatro veces la cantidad de calcio que la leche, una cantidad significativa de potasio, hierro, magnesio, fosforo y otros elementos (Rocha *et al.*, 2011)

Cuadro 1. Aporte nutricional de una porción de 100g de hoja de moringa fresca, vaina y harina de hojas.

Análisis nutricional	Vaina	Hoja fresca	Polvo de hoja
Humedad(%)	86.9	75.0	75.0
Calorías	26.0	92.0	205.0
Proteína(g)	2.5	16.7	27.1
Grasa (g)	0.1	1.7	2.3
Carbohidratos (g)	3.7	13.4	38.2
Fibra (g)	4.8	0.9	19.2
Calcio (mg)	30.0	440.0	2003.0
Magnesio (mg)	24.0	24.0	368.0
Fósforo (mg)	110.0	70.0	204.0
Potasio (mg)	259.0	258.0	1324.0
Cobre (mg)	3.1	1.1	0.6
Hierro (mg)	5.3	0.7	28.2

FUENTE: PEÑA (2016) Propiedades de la Moringa oleífera

4.3.2 Propiedades de la moringa

El árbol proporciona innumerables productos valiosos que las poblaciones han utilizado por cientos o quizás miles de años. Las flores, hojas, las vainas verdes y las semillas secas son altamente nutritivas y son consumidas en varias regiones del mundo. El aceite de las semillas de moringa se puede utilizar para cocinar, para producir jabones, combustibles para lámparas y cosméticos. Algunas partes del árbol son utilizadas en medicinas naturistas (Folkard y Sutherland, 2019).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (2016), informó que la moringa tiene una extraordinaria lista de propiedades curativas y nutritivas: analgésico, anti inflamatorio, antiasmático, anti anémico, purificador, activador del metabolismo, protector del hígado, productor de hormonas,

anti hipertensivo, promueve el crecimiento del pelo, hidratante, moviliza los líquidos del cuerpo (homeostático), fortalece músculos y huesos y como antioxidante.

4.3.3. Moringa como antioxidante

Gracias a la quercetina, ácido clorogénico, una gran cantidad de vitaminas y otros 41 antioxidantes más, la moringa ofrece una gran cantidad de antioxidantes que permiten combatir la oxidación provocada por los radicales libres que dañan a las células, relacionadas a los procesos de envejecimiento y a las enfermedades degenerativas. Estos antioxidantes previenen la oxidación y la formación de polímeros peligrosos para el consumo, y así, para la salud del animal, evitan la degradación temprana de alimentos y materias primas, evitan la pérdida de consumo de alimento y el retraso en el crecimiento del animal (Velázquez-Zabala *et al.*, 2016)

4.3.4. Uso de moringa en animales menores

Solo existe información sobre su uso en la producción de cerdos, pero como suplemento nutritivo, principalmente se utiliza como un complemento nutricional natural en polvo. Utiliza las propiedades de las plantas que lo componen para compensar la falta de nutrientes y fortalecer la piel, tendones y ligamentos, inmunidad; en pollos, actúa como un pigmento natural; al combinarse correctamente las hierbas optimizan todo el proceso metabólico y protegen la flora intestinal. Como resultado, los nutrientes se absorben mejor y los desechos se eliminan más rápidamente que de otro modo se acumularían en el organismo (Mendiola, 2015).

4.3.5. Factores anti nutricionales

Funes (2012) menciona que se han llevado a cabo investigaciones *in vivo* e *in vitro*. Las cantidades de factores anti nutricionales, como las saponinas y los taninos, son casi insignificantes, básicamente despreciables y no se han hallado

inhibidores de lectina o de tripsina. Los compuestos de *Moringa oleífera* contienen una toxicidad muy baja, reportaron una concentración de 2.7% de taninos el cual no causa ningún efecto desfavorable. También se pudo observar que el secado reduce o elimina taninos condensados de 15-30% en relación con el follaje fresco (Vitti et al., 2005).

4.3.6. Producción de moringa en México

Muchos agricultores en México se hacen la pregunta que si este árbol se podrá cultivar en el país. La respuesta es que desde hace ya mucho tiempo forma parte de la horticultura tradicional, principalmente como una planta ornamental: abunda en las poblaciones de las costas del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta el estado de Chiapas, incluido el sur de la península de Baja California. Los árboles de moringa son particularmente frondosos y abundantes en las cálidas llanuras en el sur del istmo de Tehuantepec. Así mismo es cultivada en las zonas y regiones tropicales secas del país, como en la depresión del Balsas y la depresión central del estado de Chiapas. Estos árboles se pueden encontrar en las poblaciones de la zona del Infiernillo, Mezcala, Apatzingán, Tequesquitengo e Iguala ubicados en los estados de Jalisco, Michoacán, Morelos y Guerrero. Como podemos observar, su distribución cultivada en todas estas zonas del país, la moringa es un árbol de regiones cálidas que jamás ha sufrido de las bajas temperaturas o heladas. Generalmente crece mejor por abajo de los 500 metros sobre el nivel del mar y su crecimiento es bajo cuando se cultiva a altitudes por encima de los 1,500 metros (Olson y Fahey 2011)

4.4. Aparato digestivo del pollo

4.4.1. Pico

Comienza con en el pico, que está formado en su base ósea por los huesos nasales, maxilares y premaxilares, por un lado, y el esqueleto mandibular por el otro. Todos estos huesos están

cubiertos por un tejido muy duro, córneo epidérmico llamado ranfoteca. El pico, cuyo tamaño y forma depende del tipo de alimento, reemplaza a los dientes y labios de los mamíferos, y varias aves lo usan como órgano prensil. Su principal función es la de recolectar el alimento (Gil,2009).

4.4.2. Faringe

La faringe es la estructura que regula el tránsito del aire y alimento. No existe límite entre la parte final de la boca y el comienzo de la faringe. No obstante, en el momento en que el cuello se extiende para digerir el alimento, la posición de la tráquea presenta un cambio para evitar que el alimento pase a través de ella. Sobre la base de la lengua existe una línea divisoria (boca-faringe) denominada glotis, que es el paso hacia la cavidad laríngea (Estrada, 2015).

4.4.3 Esófago

Es el conducto muscular que se expande desde la faringe y termina en los cardias del estómago, presenta movimientos peristálticos que dejan pasar el alimento hacia el estómago. La perístasis es la relajación y contracción coordinada del músculo liso que produce un movimiento unidimensional, por la cual impulsa el alimento a través del tracto gastrointestinal. En la parte media del esófago existe una extensión llamada buche. Cuando el ave no ha consumido alimento por algún lapso de tiempo, la ración pasa directamente desde la boca hasta el proventrículo y la molleja, por el contrario, el alimento se almacena en el buche (Estrada, 2015).

4.4.4. Estómago

Las aves carecen de un esfínter esofágico en la transición del esófago y estómago y se puede observar que hay una disminución de pliegues longitudinales del esófago. En las aves, el estómago se divide en dos partes: en ventrículo o molleja y proventrículo o estómago glandular. A la falta de dientes, las especies de aves

que requieren triturar el alimento presentan un ventrículo más desarrollado (Rodríguez *et al.*, 2015)

El proventrículo tiene contacto ventral con el lóbulo izquierdo del hígado. Tiene una pared con numerosas glándulas que segregan algunas enzimas como la pepsina principalmente, mucus y HCl. La molleja o ventrículo también está relacionada con el hígado, pero tiene un contacto más grande con el esternón y con la pared abdominal izquierda en la parte ventral. Acostumbra a almacenar granos de arena y piedras para mejorar la trituración del alimento, lo que suple la función en la usencia de dientes en las aves (Gil,2009).

4.4.5. Intestino delgado

Es el órgano donde comienza la digestión y absorción de los alimentos. En varios segmentos de este órgano se encuentran presentes algunas enzimas especializadas, que desdoblan los lípidos, proteínas y carbohidratos, para que posteriormente sean absorbidas. El intestino delgado está ubicado en el saco peritoneal ventral, que se encuentra en la parte caudal de la cavidad corporal y presenta una relación con el ventrículo y con el aparato reproductor. Este órgano se divide en tres partes: duodeno, yeyuno e íleon y está constituido de dos sacos ciegos y el recto. Su desarrollo y su longitud va a depender del tipo de alimentación (Rodríguez *et al.*, 2015).

4.4.6. Intestino grueso

Esta parte del tracto digestivo lleva a cabo una acción digestiva menor y es relativamente pequeño. Su principal función es la de almacenar los residuos al finalizar la digestión, en donde el agua remanente, que estos contienen, es recuperada para ser aprovechada nuevamente por el ave. El intestino grueso desemboca en la cloaca a través del recto (Estrada, 2015).

4.4.7. Cloaca

La cloaca está ubicada en la parte final del tracto gastrointestinal, es el conducto de salida del sistema digestivo, sistema reproductor y aparato urinario de las aves. Está dividido en tres partes, el coprodeo, en la región anterior, está encargado de recibir los desechos del intestino grueso, el urodeo se localiza en la región media y recibe las descargas de los riñones través de los uréteres. En el proctodeo, localizado en la región posterior, se lleva a cabo una contracción la cual expulsan los excrementos del ave (Estrada, 2015).

4.4.8. Bolsa de Fabricio

La bolsa de Fabricio es una glándula de forma ovalada, que se encuentra en la parte final del canal intestinal en posición dorsal. Su principal función es la producción de linfocitos que sirven como defensa para organismo, este órgano se atrofia cuando el ave ha alcanzado su madurez sexual (Marulanda, 2017).

4.5. Nutrición de las aves

Las aves se diferencian de otras especies de granja en varios aspectos que establecen que su nutrición y alimentación se haga más delicada y su balance sea fácilmente modificado que en el de los mamíferos: las aves presentan funciones corporales y una digestión más rápida, son más activas y más sensibles a los cambios ambientales y su temperatura corporal es superior que la de los mamíferos (Cuca et al., 2009)

En las dietas de pollos existen tres grandes grupos orgánicos de nutrimentos. Las proteínas que proviene de las pastas de soya, otras pastas de oleaginosas y harinas de pescado y carne que son utilizadas como fuente de aminoácidos esenciales y no esenciales para la reparación y crecimiento de tejidos. Los carbohidratos que proviene de sorgo, maíz y trigo, y subproductos de los cereales que se usan como fuente de energía para el pollo, necesaria para la síntesis de proteína, contracción muscular y

transporte de nutrientes. Grasas o aceites de origen vegetal y animal que se emplean como fuente de energía y fuente de ácidos grasos esenciales. Así también, de estas tres clases de nutrientes se necesita complementar con minerales mayores (calcio, fósforo y sodio) minerales traza y vitaminas que son necesarias para el aprovechamiento de los demás nutrimentos que llegan a las células. También se pueden agregar aditivos a las dietas que son compuestos no nutricionales que estimulan el crecimiento, evitan la destrucción de nutrientes secuestran toxinas, previenen enfermedades, mejoran la textura de la dieta e imparten una coloración adecuada a los productos avícolas (Cuca *et al.*, 2009).

4.5.1. Fuentes de energía

Las semillas de los cereales como maíz amarillo o blanco, arroz, sorgo, cebada o trigo se pueden usar principalmente como fuentes de energía. También se emplean subproductos como el salvado o afrecho del trigo o maíz y el pulido de arroz, aunque su utilización en las raciones tiene que ser limitado, por el alto contenido de fibra que presenta. Los cereales mezclados con harina de *Manihot esculenta* puede establecer una excelente fuente de energía. La harina de plátano verde deshidratada, la papa cocida y molida son también utilizadas como fuente de energía. La melaza de caña de azúcar puede usarse en forma limitada, ya que por encima del 10% puede provocar diarreas (FAO, 2000).

Una ración con niveles altos de energía produce aves con grasa, mientras dietas con bajo nivel de energía producirán aves magras, la ración debe contener la energía necesaria para mantener las reacciones metabólicas asociadas con el crecimiento, para mantener la temperatura y la actividad física normal del ave. Durante la fase de crecimiento, solo una pequeña cantidad de energía se convierte en grasa (North y Bell, 1993).

4.5.2. Fuentes de proteína

La alfalfa molida y el gluten de maíz se pueden utilizar como fuentes de proteínas, aunque su uso debe ser limitado por su elevado contenido de fibra. En cambio, las de origen animal, son las mejores fuentes de proteínas como las harinas pescado, carne, sangre o de hueso. Las pastas de oleaginosas, como la de soya, girasol, algodón, cártamo y ajonjolí también son utilizadas como fuentes de proteína (FAO, 2000).

Actualmente las dietas se formulan en función de las necesidades específicas de aminoácidos, sin importar el porcentaje de proteína o de la cantidad total de ésta en la dieta. El requerimiento de proteína es el factor más importante que se considera cuando se formula algún alimento, para determinar esto es indispensable que el nivel de energía se precise, ya que esto es necesario para conservar una proporción de proteína y energía adecuada en la dieta para las aves. La relación fisiológica en los porcentajes de proteína y energía se hace extenso a las cantidades de aminoácidos esenciales en las aves de cero a ocho semanas (Cenicero, 2007).

Este elemento nutricional es muy importante en la primera etapa de vida de los pollos. Wijtten (2012), observó mejores ganancias de peso en los pollos que se les suministró la dieta con alta digestibilidad, comparando dietas de conteniendo de proteínas de alta digestibilidad (con gluten de maíz, proteína de papa y harina de pescado) y dietas formuladas con harina de soya.

Nuevos estudios han demostrado que el uso excesivo de proteína causa diversos problemas. Los aminoácidos absorbidos más allá de las necesidades reales no se pueden almacenar, por lo que deben ser desaminados y se produce amoníaco como un subproducto que es tóxico en el torrente sanguíneo. Hay que tener en cuenta que, en el costo total de producción, más del 70%

representa el costo de alimentación y que la proteína es de los ingredientes más caros, sobre todo cuando no se usa adecuadamente (Gibert, 2016).

4.5.3. Vitaminas

Para un buen desarrollo de los pollos de engorde es muy importante el consumo continuo de alimentos para alcanzar un funcionamiento adecuado del organismo al cubrir sus necesidades de mantenimiento y de convertir una porción del alimento en la producción de carne (Quintanilla *et al.*, 2011).

Las vitaminas son agrupadas de acuerdo a su solubilidad en vitaminas liposolubles que comprende las vitaminas A, D, E, y K, y vitaminas hidrosolubles que son el complejo B y la vitamina C o ácido ascórbico. Las vitaminas liposolubles se caracterizan por disolverse en las grasas y aceites; no se producen en el organismo, por lo tanto, forman depósitos en el hígado que garantizan las necesidades mínimas orgánicas por algunas semanas o meses. Gracias a la flora intestinal de los sacos ciegos, las aves si son capaces de producir vitaminas hidrosolubles; no obstante, considerando el rendimiento productivo de algunas líneas y la tasa de crecimiento, por lo regular estas aportaciones no bastan para cubrir completamente las necesidades diarias (Sumano y Gutiérrez, 2010).

La vitamina E lleva a cabo funciones importantes en el funcionamiento y desarrollo del sistema inmunológico del organismo. Existen tres mecanismos mediante los cuales lo regula: su labor en la síntesis de eicosanoide regulando la producción de leucotrienos y prostaglandinas, la función antioxidante que ejerce en las células del sistema inmunológico y en la síntesis del interferón y su impacto en la respuesta antiviral. Al regular los factores que intervienen en la respuesta inmune, se tiene un aumento en la resistencia de enfermedades ocasionando una mejora

en los parámetros de la producción de interés económico (Madrigal, 1998).

Una deficiencia de la vitamina A tiene como consecuencia que la respuesta inmune disminuya, una baja respuesta al estímulo mitogénico, una disminución en el metabolismo de las inmunoglobulinas, un descenso en la respuesta de los linfocitos T y la producción de anticuerpos, y una mayor vulnerabilidad a la infección por *Escherichia coli*. La forma más precisa en la que afecta la deficiencia de la vitamina A en el sistema inmunológico del ave y de otros animales se le atribuye a la ruptura epitelial de la mucosa en función de la primera barrera de defensa (Segura y Boada, 2010).

La vitamina C es un micronutriente indispensable requerido por las aves para llevar a cabo algunos procesos fisiológicos, ya que participa como un antioxidante y un agente reductor (Segura y Boada, 2010). Así también, se mejora en la respuesta inmunológica de las células y en el crecimiento de las aves sometidas a los distintos factores de estrés como el recorte del pico, las altas temperaturas y algunas enfermedades como la coccidiosis (Sumano y Gutiérrez, 2010).

Las vitaminas del complejo B intervienen sobre algunas rutas metabólicas, mejoran la circulación general, actuando en la formación de hemoglobina en la sangre, así también permiten un buen fluido de ésta ya que provocan que los vasos sanguíneos se relajen concediéndoles mayor elasticidad, y conservan el sistema inmunológico en buen estado. Además, participan en la producción del ácido clorhídrico del estómago y mantener al sistema nervioso en perfecto estado (Vaca, 2010). Cuando se produce un daño en el intestino de las aves o hay un incremento de la demanda tendrá como consecuencia la deficiencia de estas vitaminas, lo que tendrá como resultado una baja en la producción, vulnerabilidad

a enfermedades y deficiencias de crecimiento (Segura y Boada, 2010).

4.5.4. Minerales

Según Rosas (2014) los minerales llevan a cabo diversas e importantes funciones en el organismo, participa en la formación del sistema óseo, por lo que su aporte inadecuado de estos en las dietas puede provocar graves daños al organismo del ave y en su actividad productiva. El Ca tiene influencia en el desarrollo y crecimiento de los huesos, la eficiencia alimenticia, la función nerviosa, la salud de las piernas y el sistema inmune; un exceso de calcio en la alimentación puede provocar nefrosis, gota visceral y acumulación de urato cálcico en los uréteres, la glándula paratoidea disminuye y su actividad se reduce notoriamente. El fósforo se requiere en la cantidad y forma correcta para obtener una estructura esquelética y un crecimiento óptimo.

Una alteración o una deficiencia de fósforo en la proporción calcio-fósforo de la dieta, puede provocar raquitismo, el exceso de uno de estos dos elementos precipita al otro en el intestino. Los niveles sanguíneos de calcio y fósforo en estas condiciones están reducidos en dichos casos, el suministro de vitamina D3 aliviará o impedirá en la mayoría de los casos; una proporción de 2 a 1 es la indicada para las dietas del pollo, sin embargo, existen investigaciones que sugieren que una mayor proporción calcio-fósforo disponible en las dietas de iniciación es benéfica para el rendimiento y la falta de fósforo en la ración, provoca pérdida del apetito, debilidad y muerte después de 10 o 12 días; una deficiencia de menor gravedad produce raquitismo y detención del crecimiento (Rosas, 2014)

4.6. Digestión y absorción de nutrientes

4.6.1. Carbohidratos

En el intestino delgado se digieren y absorben la mayoría de los carbohidratos y estos son divididos en monosacáridos por las enzimas digestivas. La glucosa es absorbida en su mayor parte en el yeyuno. La galactosa y la glucosa se absorben mediante un mecanismo de transporte activo. Una elevada concentración de iones de sodio ayuda a una absorción rápida de estos monosacáridos mientras una concentración baja de sodio disminuye la velocidad de absorción. (Estrada, 2015).

4.6.2. Lípidos

Se digieren y absorben en la zona alta del intestino delgado. Al entrar en contacto con algunas lipasas que se encuentran en el duodeno y al ser disueltos por las sales biliares los lípidos son divididos en ácidos grasos y monoglicéridos. En la mucosa del intestino delgado son absorbidos directamente los ácidos grasos de cadena corta y se transportan a través de la circulación portal hepática. Los monoglicéridos y los ácidos grasos insolubles son emulsificados por la bilis del hígado, produciendo micelas. Cuando se adhieren en la superficie de las células del tejido epitelial, las micelas preparan estos compuestos para que puedan absorberse por las células de la mucosa. Cuando los AC de cadena larga están presentes a lado de estas células son nuevamente esterificados para crear triglicéridos. Al conjuntarse el colesterol con los triglicéridos, los fosfolípidos y las lipoproteínas forman quilomicrones, que, a su vez, estos pasan a través del sistema circulatorio linfático y llegan hasta el hígado transportando estos lípidos (Estrada, 2015).

4.6.3. Proteína

La absorción de proteínas comienza en el proventrículo y ventrículo, pero es en el intestino delgado donde se da la mayor absorción y digestión de éstas. Algunas enzimas intestinales y pancreáticas degradan estas proteínas en aminoácidos para que

posteriormente puedan ser absorbidos. La absorción de aminoácidos implica un mecanismo de transporte activo que involucra al sodio, semejante al de la glucosa. Los aminoácidos se absorben rápidamente en el yeyuno y duodeno, y en menor cantidad en el íleon (Estrada, 2015).

4.6.4 Minerales y vitaminas

Los minerales se absorben en los dos intestinos, aunque esto depende de algunos factores, principalmente el pH, y los transportadores. Casi todas las vitaminas se absorben en la parte alta del intestino, a diferencia de la vitamina B12 que se absorbe en la parte inferior del intestino. Las vitaminas solubles en agua se absorben fácilmente, lo contrario a lo que pasa con las vitaminas liposolubles (Estrada, 2015).

4.7. Rentabilidad de un proyecto

Se conoce como rentabilidad a la inversión en la cual el valor de los beneficios que se produce es mayor al de los bienes utilizados. Estos indicadores de rentabilidad estiman las ganancias adquiridas con respecto a lo que se ha invertido, es decir, la obtención de ganancias en base de una inversión inicial (De la Hoz Suarez *et al.*, 2008). La rentabilidad se puede medir de dos maneras: una con métodos complejos y otra con métodos simples. Con métodos complejos se considera el valor del capital a través del tiempo, y se tiene mayor aceptación en la iniciativa empresarial privada mientras que en los métodos simples se hace uso de los informes financieros, pero no se considera el valor del dinero con el tiempo. (Cruz *et al.*, 2016).

4.7.1. Costos iniciales

Los costos iniciales de un proyecto están dados por el total de inversiones realizadas para que el proyecto se pueda llevar a cabo, es decir, es la cantidad de dinero que se utilizó para crear o adquirir un comercio o negocio y así pueda iniciar con sus operaciones. (Villanueva, 1998).

4.7.2. Costos de producción

El costo de operación o producción es el gasto total necesarios que se utiliza para mantener un proyecto o un equipo en funcionamiento o el gasto que se usa para elaborar un producto o servicio. Pueden proceder de diversas áreas, ya sea por la adquisición de insumos y materias primas, el salario de trabajadores, el pago por el uso de energía eléctrica o el mantenimiento del equipo en función (Zugarramurdi *et al.*, 1998).

4.7.3. Ganancias

Las ganancias o beneficios calculan las utilidades netas de un período de tiempo partiendo de las ventas a realizar sin importar que lo vendido ya se halla cobrado o que si lo gastado ya se pagó o aun no. Esto se puede calcular como los ingresos totales menos los costos totales (Villanueva, 1998).

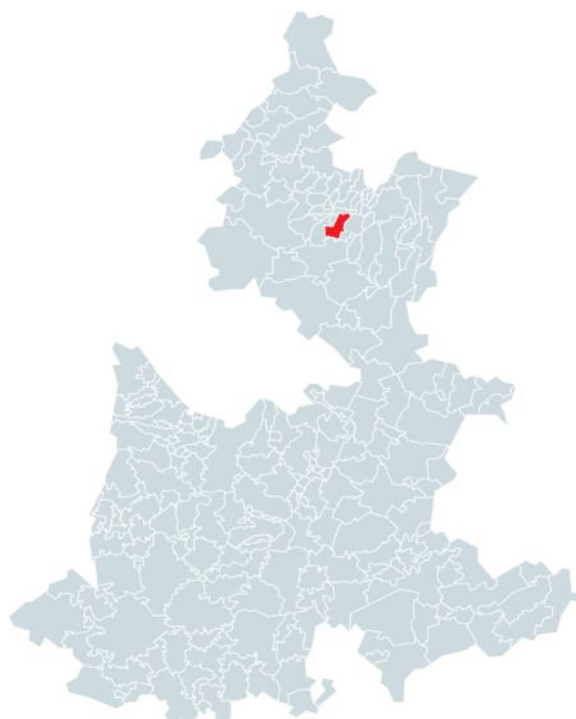
4.7.4. Relación beneficio-costos (B/C)

Esta relación nos indica el valor de los ingresos netos o denominados beneficios netos o ganancias totales y el valor de los costos o inversión inicial, es decir, representa la relación global de las ganancias y los costos iniciales durante un periodo determinado. Un proyecto resulta rentable cuando la relación B/C es mayor a uno, ya que nos indica que los beneficios son mayores a los costos. Esta relación entre beneficios y costos (B/C) guarda una relación directa con el valor actual neto (VAN), de modo que el uso de dichos valores aporta los mismos resultados para determinar la rentabilidad del proyecto. No obstante, el uso de este índice B/C nos ayuda visualizar el rendimiento de la inversión realizada (Morín y Alvarado, 2017).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización:

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Huitzilan de Serdán, localizado en la sierra norte del estado de Puebla (Figura 1). Sus coordenadas geográficas $19^{\circ}58'00''\text{N}$ y $97^{\circ}41'00''\text{O}$, con una altura de 1230 metros sobre el nivel del mar. La temperatura generalmente varía de 12°C a 30°C , en la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es cálido durante todo el año (INEGI, 2010)



Fuente: INEGI 2003

Figura 1. Ubicación geográfica de Huitzilan de Serdán, Puebla

5.2 Unidades experimentales

Se utilizaron 90 pollos de la línea Ross de cinco días de nacido con un peso promedio de $100\text{ g} \pm 10\text{ g}$, la cual se distribuyeron en tres tratamientos con tres repeticiones y diez

replicas por repetición. los corrales, se utilizó un corral de 1m² para alojar diez pollos. Para las camas se usó paja con 5 cm de espesor la cual se cambió cada tercer día. El sistema de alumbrado consistió en un foco de 100 watts para Diez días antes de la recepción de los pollos se desinfectaron cada corral y a una altura del suelo de 50 cm subiéndolos 5 cm cada semana durante todo el experimento. Se utilizó un bebedero por corral con capacidad de 4 litros y un comedero por cada corral tipo tolva con capacidad de 5 kg. A los 15 días se aplicó la vacuna triple aviar preventiva vía intramuscular. El experimento se distribuyó en un en un diseño completamente al azar con tres tratamientos, tres repeticiones con diez replicas cada repetición. El tratamiento uno fue el testigo, el tratamiento dos se suministró a la dieta 2.5% de harina de moringa y el tratamiento tres se suministró el 5% de harina de moringa. El experimento tuvo una duración de 50 días.

5.3. Alimentación

Para la alimentación se utilizó dietas de acuerdo a las necesidades de las aves de acuerdo a su edad (Cuadro 2). Para pollos de 1 a 28 días se utilizó una dieta formulada con 22% de proteína y 3,000 kcal, para pollos de 28 a 50 días de edad se utilizará una dieta con un 20% de proteína y 3000 kcal, esto de acuerdo a los requerimientos nutricionales de los pollos (NRC,1994).

En cada dieta se suministró la cantidad de harina de *Moringa oleífera* establecida para cada tratamiento, el 2.5 % para tratamiento 2 y el 5% para el tratamiento. La harina de moringa se obtuvo de un corte de rebrote de hoja de 40 días, posteriormente se llevó a la estufa de secado *Riossa* y se dejó secar 72 horas a 65°C. Posteriormente se molió en un molino *Pulvex*

Cuadro 2. Composición de la dieta para pollos por cada etapa fisiológica de acuerdo a su edad en días

Ingredientes (%)	1-28 días	28-50 días
Pasta de soya	33	27
Sorgo	60.6	67
Ortofosfato de calcio	0.7	0.7
Carbonato de calcio	1.5	1.5
Lisina	0.1	0.1
Metionina	0.04	0.04
Treonina	0.1	0.1
Pre mezclas de vitaminas	0.3	0.3
Sal común	0.4	0.4
Aceite de soya	3	3
Total	100	100
Aporte nutricional	22	20
Proteína (%)		
EM (KCL/KG)	3000	3000

5.4. Parámetros productivos

5.4.1. Consumo de alimento

El consumo de alimento se midió semanalmente, la diferencia entre alimento ofrecido y el alimento rechazado dividido entre el total de pollos. Se registró en (g animal⁻¹)

5.4.2. Ganancia de peso

Se calculó por la diferencia de peso corporal de las aves en semanas consecutivas. Se pesó cada pollo por separado semanalmente.

5.4.3. Conversión alimenticia

Se calculó semanalmente dividiendo el alimento consumido (kg) entre el peso del ave (kg)

5.4.4. Rendimiento de canal

Se midió al final del experimento con 12 unidades experimentales por tratamiento. Se tomó el peso vivo (kg) y posteriormente se sacrificaron y se pesó la canal (kg). El rendimiento se calculó dividiendo el peso de la canal entre el peso vivo del ave y se multiplico por 100.

5.5 Estudio financiero

5.5.1 Costos de alimentación

Se obtuvo con la suma de los costos de cada insumo de la dieta y se obtuvo el precio por kilogramo de alimento y posteriormente se multiplico por la cantidad de alimento que se utilizó para la alimentación del total de los pollos. Para obtener el costo de alimento con moringa se incluyó su costo de acurdo al porcentaje utilizado en la dieta.

5.5.2 Costos de producción

Se calculó sumando todos los costos generados en la elaboración del experimento que incluyó los costó de alimentación, costo de pollos y costos generados para la construcción de instalaciones.

5.5.3 Beneficios netos

Al final del experimento se sacrificaron los pollos y se vendió en canal a un precio de \$50.00 kg⁻¹. En beneficio se obtuvo al multiplicar el precio (\$50.00) por el total de kg de carne obtenida.

5.5.4 Ganancias

Se obtuvo con la diferencia de benéficos netos menos los costos de producción.

5.5.5 Relación beneficio-costos

Se calculó dividiendo los beneficios entre costos de producción.

$$B/C = \text{beneficios netos} / \text{costos totales}$$

5.9. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar. Las variables se analizaron por el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS v. 9.0 (2002), para la comparación de medias se utilizará Tukey ($p < 0.05$) (Steel y Torrie, 1986). Se utilizó un diseño completamente al azar bajo el siguiente modelo matemático:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = Variable de respuesta.

μ = Media poblacional, un efecto común a todas las observaciones.

τ_i = Efecto de tratamiento.

ε_{ij} = Efecto aleatorio del error de la unidad experimental (i) y del grupo genético (j) con distribución $N(0, \sigma^2)$.

VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 3. Comparación de medias de parámetros productos en pollos de engorda

	Consumo de alimento (g)	Ganancia de Peso (g)	Conversión Alimenticia	Rendimiento de canal (%)
T1 (0%)	5968a	2545a	2.36b	75.87a
T2 (2.5)	6018a	2984a	2.01a	76.51a
T3 (5%)	5981a	2905a	2.05a	76.31a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

T1= Testigo

T2= 2.5% de moringa

T3= 5% de moringa

p<0.05

6.1. Parámetros productivos

6.1.1. Consumo de alimento

El tratamiento que registró mayor consumo de alimento fué tratamiento 2 con 6018 g animal⁻¹ seguido de tratamiento 3 con 5981 g animal⁻¹ y tratamiento 1 con 5968 g animal⁻¹ (figura 2) lo que indica que no hay diferencia significativa de tratamiento 2 y 3 con el consumo del tratamiento testigo (cuadro 3). El bajo consumo de alimento de tratamiento testigo provocó la baja ganancia de peso del mismo.

Mendiola y Rojas (2015) registraron un mayor consumo en tratamiento con 0% de moringa y menor en tratamiento con 10% de moringa. Estos valores se debe a factores antinutricionales que presenta la moringa al incluirlo en la dieta en grandes cantidades.

6.1.2. Ganancia de peso

Los pollos que consumieron el alimento con Moringa oleífera con diferentes niveles (2.5% y 5%) presentaron mayor ganancia de peso (2,984g y 2905g) con respecto a los pollos del tratamiento testigo (2,545g) al final del experimento. Entre los animales que consumieron moringa con diferentes niveles, el tratamiento 2 (2.5% de moringa) presentó mayor ganancia de peso comparado con tratamiento 3 (5% de moringa), lo que indica que tratamiento 2 tuvo la mayor ganancia de peso durante todo el experimento, pero no es significativamente diferente ($p>0.05$) a los demás tratamientos (cuadro 3).

Roa (2011), al comparar los diferentes niveles de moringa, 0%, 5% y 10%, al usar el 5% de moringa, la ganancia de peso fue ligeramente mayor que al usar el 0% y el 10% pero sin haber diferencia significativa ($p>0.05$). Bucardo y Pérez (2015) con los mismos niveles de moringa (0%, 5%, 10%) encontraron una mayor ganancia de peso en tratamiento con el 0% pero sin diferencia significativa ($p>0.05$) entre los tratamientos.

6.1.3. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia nos indica la cantidad de alimento requerido para generar una unidad de peso vivo. La mejor conversión alimenticia de este experimento fue de 2.01 del tratamiento 2 con 2.5% de moringa. La conversión alimenticia mas alta fue de 2.36 del tratamiento testigo. La cv del tratamiento 2 y 3 fueron muy similares y si existe diferencia significastiva comparadas con el tratamiento testigo (cuadro 3). La alimentación sin moringa necesitó mayor cantidad de alimento para producir un kilogramo de carne.

Gomez et al. (2016) registran una conversión alimenticia de 2.16 en pollos alimentados con el 4% de moringa comparada con niveles de 0% y 8% con niveles mas altos de 2.23 y 2.18 respectivamente.

Por otra parte Mendiola y Rojas (2015) utilizaron el 0% y 1% de moringa registrando una mejor conversión alimenticia en pollos alimentados sin moringa con 2.02 y 2.1 respectivamente.

6.1.4. Rendimiento de canal

Para rendimiento de la canal se consideró el peso vivo que alcanzó cada animal durante las 7 semanas y su peso después del sacrificio; no se consideró patas, cabeza, hígado y molleja. T2 presentó un mayor rendimiento de canal con 76.51% seguido de T3 con 76.31% y T1 obtuvo el rendimiento más bajo con 75.87%. Estos valores muestran que los tres tratamientos alcanzaron valores similares, por lo que no se encontró diferencia significativa entre ellas ($P \geq 0.05$).

Jiménez *et al.* (2016) obtuvo rendimientos de 80.2% en muestra testigo y 80.8% en tratamiento con inclusión de 5% de moringa y no se encontró diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre pollos con alimentación sin moringa y pollos con 5% de moringa en su dieta.

6.2. Análisis financiero

Cuadro 4. Costos generados para alimentación para T1, T2 Y T3.

Tratamiento	Costo kg ⁻¹	Costo total	Ganancias	Relación B/C
T1 (0%)	7.5	1,396.5	2,463.76	1.76
T2 (2.5%)	7.8	1,516.53	3,083.4	2.03
T3 (5%)	8.1	1,686.64	2,949.7	1.74
Total		4,599.67	8,496.86	1.84

Kg⁻¹ = por cada kilogramo.

T1= Testigo

T2= 2.5% de moringa

T3= 5% de moringa

6.2.1. Los costos totales

Los costos totales que se obtuvieron en la elaboración del experimento fueron de \$7,716.60 (cuadro 5).

Cuadro 5. Costos totales del experimento en la producción de pollos de engorda

Variable	Precio	Cantidad	Costo
Pollos	16	90	1440
Alimento (kg)	-	-	4599.6
Vacunas (dosis)	0.6	90	54
Vitaminas (sobre)	30	4	120
Paja para camas (paca)	70	4	280
Comederos	9	10	90
Bebederos	9	20	180
Material para Corrales	-	-	-
Bambú	15	3	45
Alambre (kg)	30	1	30
Malla (m)	25	9	225
Clavos (kg)	20	1	20
Cable (m)	10	12	120
Sockets	10	9	90
Focos	9	15	135
Clavija	15	1	15
Cinta de aislar	28	1	28
Luz eléctrica	245	1	245
Total			7716.6

6.2.2. Costos de alimentación

El costo obtenido por kg de alimento convencional fue de \$7.80, para alimento con 2.5% de moringa tuvo un costo de \$8.40 y con 5% un costo de \$9.40. El costo total para cada tratamiento se muestra en cuadro (4).

Como se puede observar (cuadro 4) el costo total para la alimentación fue de \$4,599.67 lo que represento el 72.5% de los costos totales. Nuñez-Torres (2017) menciona que la adición de ciertas sustancias (aditivos) como prebióticos y colorantes artificiales, producen un aumento del costo de las raciones.

González *et al.* (1999) propone el uso de aditivos naturales como vías para mejorar la salud y el comportamiento de los animales, evitar los residuos de fármacos en la carne y la resistencia bacteriana; y disminuir los costos generados en las raciones por aditivos de origen químico con un costo elevado.

6.2.3 Ganancias

Como se puede observar (cuadro 4), en T2 se obtuvieron mejores ganancias comparadas con T1 Y T3, esto debido a que la ganancia de peso y el rendimiento de la canal en T2 fue ligeramente mayor que en los demás tratamientos.

6.2.4. Relación beneficio-costo

El T2 tuvo una la relación B/C mayor que T1 y T3, con 2.03, lo que indica que por cada peso invertido en este tratamiento se obtuvo \$1.03 de ganancia y por lo tanto si resultó rentable. El T1 y T3 también obtuvieron una relación B/C mayores a uno por lo que también resultaron rentables.

VII. CONCLUSIONES

Por todo anterior se concluye lo siguiente:

Respecto a las variables productivas consumo de alimento, ganancia de peso y rendimiento en canal no se vieron afectados por efecto de los diferentes tratamientos sin embargo se tuvo la mejor conversión alimenticia en el T2 con 2.5 % de moringa.

En cuanto a la relación Beneficio costo de igual manera el T2 fue el mejor con 2.03, donde indica que por cada peso invertido se obtiene una ganancia de \$1.03 pesos respecto a los demás tratamientos. Incluir moringa en las dietas para pollos hasta en un 5% no afectó la rentabilidad a pesar de que los costos en alimentación fueron superiores.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar P. 2012. Producción de aves, ciencias y técnicas en la producción de Aves. 3^{ra} edición. Editorial GEPLACEA, México D.F. 59p.
- Bucardo C.E.R. y S.J. M. Pérez. 2015. Inclusión de harina de hojas de Marango (*Moringa oleífera*) en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo. Tesis de licenciatura. FCA-UNA. Nicaragua. Pp:9-22.
- Ceniceros M. y Téllez G. 1995. Manual de producción avícola. 5^{ta} edición. FMVZ-UNAM, México. 62p.
- Cruz P.R.; G.A.F. Torres; C.G.R. Cruz y M.J. Juárez. Metodología para medir la rentabilidad de un proyecto de inversión: estudio de caso de agua. Vol. 5. 4^{ta} edición. 3C EMPRESA. México. Pp:1-11.
- Cuca G.M.; G.E. Ávila y M.A. Pro. 2009. Alimentación de las aves. 1^{ra} edición. UACH. México. 275p.
- Cuevas V.J. 2019. Carne de pollo, oportunidad de crecimiento en México. <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Carne-de-pollo-oportunidades-de-crecimiento-en-Mexico-20190303-0025.html>. Revisado el día 03 de marzo de 2019.
- De La Hoz, S.B.; M.A. Ferrer; S.A. De La Hoz. (2008). Indicadores de rentabilidad:
- Estrada P. M. M. 2015. Anatomía y fisiología aviar. 1^a edición. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 43p.
- Falasca S. y M.A. Bernabé. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleífera* en Argentina. Revista Virtual de REDESMA (3): 1-16.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2000. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. 3^{ra} edición. Edit. ROMA. Bolivia. 40p.

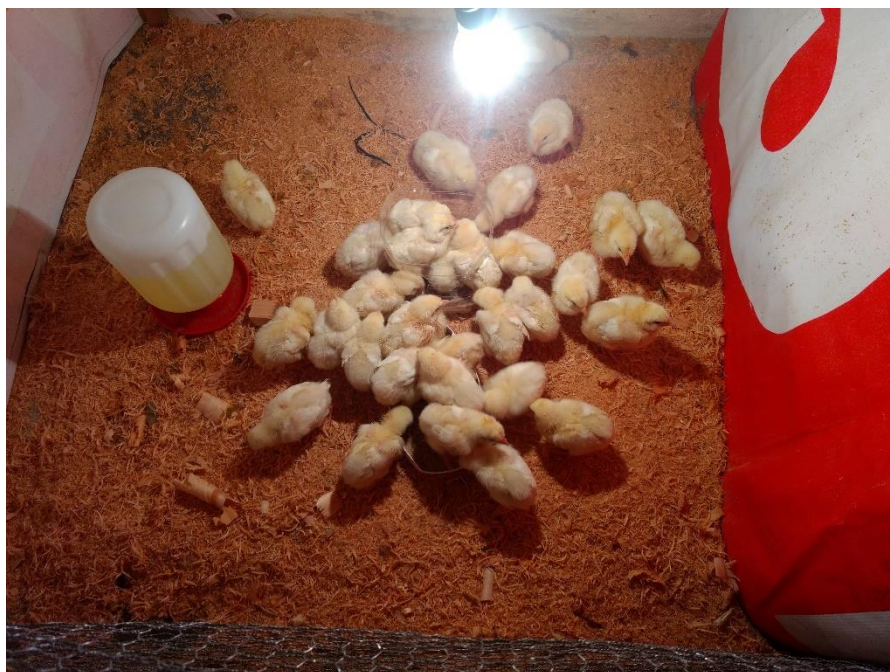
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2020. Producción avícolas. <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>. Revisado el día 20 de enero 2010.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2019. Carne de pollo 2019. 1^{ra} edición. DIEES. México. 20p.
- Folkard G. Y J. Sutherland. 2011. Moringa oleífera, un árbol con enormes potencialidades. *Agroforestería en las Américas* 8 (3):5-8.
- Gil C.F. 2009. Anatomía específica de aves: aspectos funcionales y clínicos. 1^a Edición. ACRIBIA. España. Pp: 10-17.
- Gómez N.I.; G. Rébak; R. Fernández; M. Sindik y P. Sanz. 2016. Comportamiento productivo de pollos parrilleros alimentados con *Moringa oleífera* en Formosa, Argentina. *Revista Veterinaria* 27 (1): 7-10.
- herramientas para la toma decisiones financieras en hoteles de categoría media ubicados en Maracaibo. *Revista de Ciencias Sociales* 14 (1): 88-109.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21078.pdf. Revisado el día 26 de abril del 2010.
- Iruegas F.L. 2016. Innovación en la avicultura. <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Innovacion-en-la-avicultura-20160817-0004.html>. Revisado el día 17 de agosto 2016.
- Madrigal, S. 1998. La vitamina E y la inmunidad de las aves. *NAT* 4 (1): 47-62 p.
- Marulanda J.F. 2017. Sistema digestivo de las aves, características, órganos y glándulas. <https://aves.paradais-sphynx.com/temas/sistema-digestivo-de-las-aves.htm>. Revisado el día 29 de marzo del 2017.

- Mendiola L.J.M. Y R.A. Rojas. 2015. Evaluación preliminar de la adición de moringa (*Moringa oleífera*) en la alimentación de pollos parrilleros. UCEBOL (2). pp 55-62.
- Mora A.J. y N. Gacharna. 2015. El árbol milagroso: *Moringa oleífera*. Biodiversidad colombiana pp: 49-58.
- Morín M.E. Y R.M.L. 2017. Alvarado. Indicadores de Rentabilidad. Boletín V. CEPEP. México. Pp: 1-9.
- Muhl Q.E.; E.S. Toit Y P.J. Robbertse. 2011. Temperature effect on seed germination and seedling growth of *Moringa oleifera* Lam. Revista Seed Science and Technology 39 (1): 208-213.
- North M.O. y D. D. Bell. 1993. Manual de producción avícola. México: 3° Edición. Ed. El Manual Moderno. 80p.
- Nouman W.; S.M.A Basra; A. Yasmeen; T. Gull; S.B. Hussain; M. Zubair Y R. Gul. 2014. Seed priming improves the emergence potential, growth and antioxidant system of *Moringa oleifera* under saline conditions. Plant Growth Regul 73 (2): 267-278.
- Olson M.E. y J.W. Fahey. 2011. *Moringa oleífera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de biodiversidad 82. (2):1071-1082.
- Quintanilla K.; D. Tovar Y L. Mendoza. 2011. Uso de vitaminas y aminoácidos en la avicultura. (<http://www.actualidadavipecuaria.com/cusa/articulos/uso-de-vitaminas-y-aminoacidos-en-la-avicultura.html>).
Revisado el día 2 de marzo de 2017.
- Ramírez-Costa M.; D.R. Sánchez-Chípres; C. Jiménez-Plasencia; C. Juárez-Woo y J.I. Rendón-Guizar. 2017. Evaluación de la inclusión de la hoja *Moringa oleífera* sobre parámetros productivos e inmunológicos en pollos de engorda. Revista de la invención técnica 1 (3): 34-42.
- Roa M.L. 2011. Pollos alimentados con diferentes niveles de *Trichanthera gigantea* y *Erythrina poeppigiana*. Rev. Sist. Prod. Agroecol. 2 (1): 22-27.

- Rocha R.L.; H.A. Carballo y M.J. Del Toro. 2011. Valoración de las propiedades nutricionales de *Moringa oleífera* en el departamento de Bolívar. *Revistas de Ciencias* 15 (3): 23-30.
- Rodríguez F.C.; S. Waxman y B.J.J. Lucas. 2015. Particularidades anatómicas, fisiológicas y etológicas con repercusión terapéutica, en medicina aviar: aparato digestivo. 1^{ra} edición. UCM. Buenos Aire, Argentina. Pp: 1-8.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de pollos de engorda. 2^{da} edición. SAGARPA. 54p.
- Sanjay P. y K.N. Dwivedi. 2015. Shingru (*Moringa oleífera* Lam.): A critical review. *Revista Internacional Ayurveda and Pharmaceutical Chemistry*, 3 (1): 217-227.
- Segura O.I. y M.A. Boada. 2010. Efecto de suplementación en la dieta con BIG EGG en los parámetros productivos de ponedoras de huevo comercial. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 3 (1): 23-32 p.
- Sumano H.S. y L. Gutiérrez. 2010. Vitaminas como agentes terapéuticos. 2^{da} edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana editors. México. Pp: 549-578.
- UNA (Unión Nacional de Avicultores). 2019. La producción mundial de carne de pollo, la que más crece en 2019. <https://una.org.mx/la-produccion-mundial/>. Revisado el día 23 de febrero del 2019.
- Velázquez-Zavala M.; Escalante I. E.; Zepeda-Bautista R. y Jiménez-Arellanes M. A. 2016. *Moringa (Moringa oleífera Lam.): potential uses in agriculture, industry and medicine*. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 22(2): 95-116.

- Villanueva S.C. 1998. Análisis y evaluación de proyectos de inversión: para bienes de capital. 3^{ra} edición. IMCC. México. 245p.
- Vitti D.S.; E.F. Nozella; A.L. Abdalla; I.C. Bueno; J.C. Silva; C. Costa; M.S. Bueno; C. Longo y M.E. Vieira. 2005. The effect of drying and urea treatment on nutritional and anti-nutritional components of browses collected during wet and dry seasons. *Anim. Feed Sci. Tech.* 122 (2): 123-133.
- Wijtten, P. J. A. 2012. Small intestine development in chicks after hatch and in pigs around the time of weaning and its relation with nutrition: A review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A Animal Science* 62 (1): 12.18.
- Zugarramurdi A.; M.A. Parín y H.M. Lupin. 1998. Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera. <http://www.fao.org/3/V8490S/v8490s00.htm#Contents>.
Revisado el día 11 de mayo del 2014.

IX. ANEXOS



Anexo 1. Recepción de pollitos de 7 días de nacidos con un peso de $100\text{ g} \pm 10\text{ g}$.



Anexo 2. Iluminación con focos de 100 watts a una altura de 60 cm de suelo.



Anexo 3. Pollos T3 con 5% de harina de hoja de moringa en la dieta.



Anexo 4. Pollos T2 con 2.5% de harina de hoja de moringa en la dieta.



Anexo 5. Pollos T1 con 0% de harina de hoja de moringa en la dieta.



Anexo 6. Pollos en la semana 2 del experimento



Anexo 7. Toma de pesos realizadas cada semana



Anexo 8. Pollos de semana 7 y finalización del experimento con un peso promedio de $3000\text{g} \pm 100\text{g}$.



Anexo 9. Árboles de *Moringa oleífera*



Anexo 10. Recolección y secado de hojas de *Moringa oleífera*



Anexo 11. Vacunación a pollos contra Newcastle a los 7 días

	<u>Pollos de engorda</u>		
	0-3 Semanas	4-6 Semanas	7-8 Semanas
Arginina	1.25	1.05	1.00
Histidina	0.40	0.30	0.30
Isoleucina	0.88	0.70	0.60
Leucina	1.5	1.22	1.10
Lisina	1.25	1.10	1.00
Metionina	0.48	0.40	0.38
Treonina	0.80	0.70	0.65
Valina	0.95	0.76	0.72
Proteína	22.33	18-20	
Energía metabolizable	3000-3200	3000-3200	

Fuente: NRC (1994)

Anexo 12. Necesidades de aminoácidos, proteína y energía metabolizable para pollos de engorda, como % de la dieta obtenidas de las tablas del NRC (National Research Council) del año 1994.